QL
991
E8
1907
UC-NRLF
$B 199 067

Die tierischen Missbildungen

in ihren Beziehungen zur experimentellen Entwicklungsgeschichte (Entwicklungsmechanik) und zur Phylogenie.

Referat

[illegible]

Prof. Dr. Paul Ernst, Zürich

[illegible] Tafeln und 1 Text-Illustration.

[illegible]

[illegible]

YC 195688
Digitized by Google

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF CALIFORNIA.

BIOLOGY
LIBRARY
G

Class

Digitized by Google

Digitized by Google

QL991
E8
BIOLOGY
LIBRARY
G

GENERAL

Digitized by Google

LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

Die tierischen Missbildungen

in ihren Beziehungen zur experimentellen Entwicklungsgeschichte (Entwicklungsmechanik) und zur Phylogenie.

Von *Paul Ernst*, Zürich.

Als Sömmerring im Jahre 1791 sich mit triftigen Beweisen gegen die Lehre vom Versehen wandte, tat er den Ausspruch: „Bei dem Betrachten von Missgeburten wird man auffallend und überzeugend wahrnehmen, dass auch selbst in ihnen die Natur eine gewisse Ordnung, einen bestimmten Gang und Einförmigkeit beobachtet und dass, sowie in Krankheiten, die Natur nicht ins Unendliche spielt.“ Die Natur verfahre also auch in den Missbildungen nicht willkürlich, sondern gesetzmässig und sei auch auf ihren Abwegen lehrreich. Man wird kaum kürzer und gemeinverständlicher Ziel und Aufgabe der Pathologie im allgemeinen, der Teratologie im besondern bezeichnen können als mit Sömmerrings Worten. Es ist die Lehre, die uns die Natur auf ihren Abwegen erteilt. Die Hoffnung, hiebei etwas Gesetzmässiges oder Regelmässiges aufzufinden, ist sogar die Voraussetzung einer rationellen Pathologie, denn sonst würde sie sich in der Aufzeichnung tausender von Einzelbeobachtungen verlieren. Wenn man versucht, die Missbildungen zu

167362

Digitized by Google

definieren und abzugrenzen, so ist natürlich mit weiten Begriffen, wie „Abwege der Natur, Naturspiele", nichts ausgesagt. Doch sind die vorgeschlagenen Umschreibungen nicht viel genauer. Gröbere Abweichungen vom normalen Bau des Organismus, Störungen der ersten Bildung, embryonale Bildungs- und Entwicklungsfehler, Störungen an schon gebildeten Teilen vor vollendeter intrauteriner Entwicklung (sekundäre Missbildungen) sind mehr oder weniger zutreffende Umschreibungen, die aber alle nicht völlig befriedigen können. Namentlich leuchtet ein, dass zwischen Missbildungen (gröberen Abweichungen = Terata) und geringfügigeren Abweichungen (Hemiterien), ferner Anomalien, ja sogar Varietäten eine scharfe Grenze nicht zu ziehen ist. Und wenn der Sprachgebrauch Missbildungen mit Entstellung, abweichende Bildung der äusserlich sichtbaren Teile als Missgeburten oder Monstra bezeichnet, so ist damit doch sehr viel dem subjektiven Ermessen anheimgestellt. Wie viel Abergläubisches diesem Begriff beigemischt ist, mag man aus zwei Zeugnissen ersehen. Cicero sagt: monstra, ostenta, portenta, prodigia appellantur, quoniam monstrant, ostendunt, portendunt et prædicunt; und Isidor von Sevilla: monstra, quoniam aliquid futurum monstrando homines monent. Wie unscharf der Begriff der Missbildung umgrenzt ist, mögen einige Beispiele erläutern. Pigmentierte Muttermäler sind ganz alltäglich, die meisten Menschen haben irgendwo ein kleines Mal, das sie vielleicht selbst nicht kennen, die romantische Literatur benützt sie gerne als Erkennungszeichen (Guiderius und Imogen bei Shakespeare), von Zigeunergeschichten mit gestohlenen Grafenkindern gar nicht zu reden. Wenn aber grosse Partien des

Digitized by Google

Rumpfes, der Extremitäten, des Gesichtes von handtellergrossen und grössern braunschwarzen, landkartenähnlichen Flecken bedeckt sind, wie bei dem jungen Mädchen, das jüngst im Zürcher Panoptikum unter dem aufsehenerregenden Namen „Leopardenmädchen“ gezeigt wurde und hernach im pathologischen Institut zur Sektion kam, so wird wohl auch der Laie den Eindruck einer Missbildung davontragen, sogar einer Missgeburt, da doch die Entstellung unverkennbar ist (siehe Fig. 1, Leopardenmädchen). Geringfügige Abweichungen in der Behaarung sind sehr verbreitet, sie sind Merkmale der Rassen, der Familien, der Individuen. Bei der spanischen Tänzerin Julia Pastrana aber, die sich in den Siebenzigerjahren zur Schau stellte und deren Antlitz dem eines Hundes glich, bei den Haar- oder Hunde- und Affenmenschen, wie sie zum Teil in mehreren Generationen in Ambras, in Birma, in Russland auftauchten, wird man unbedenklich von einer Missbildung reden dürfen; der unbefangene Mann aus dem Volk wird sogar den abschreckenden Eindruck einer Missgeburt empfinden. Dass neben der Milz eine oder zwei Nebenmilzen vorkommen, ist so alltäglich, dass in den Sektionsprotokollen ein solcher Befund kaum bemerkt wird. Aber wenn man eine Milz völlig vermisst, dafür aber mehrere hundert ganz kleine, im ganzen Bauchraum verzettelte Milzchen findet, wie es jüngst in Wien geschah, so wird man geneigt sein, nicht bloss von einer Varietät, sondern von einer Missbildung zu sprechen. Von einer Entstellung ist dabei nicht die Rede, von einer Gefährdung des Lebens noch weniger; beide Gesichtspunkte sind also für die Bestimmung einer Missbildung von ganz untergeordneter Bedeutung. Die siamesischen

Digitized by Google

Zwillinge, gewiss eine weltberühmte Missbildung, die, nachdem sie im amerikanischen Krieg ihr Vermögen verloren hatten, durch ihre Schaustellung rasch ein neues erwarben, zusammen 22 Kinder erzeugten und 63 Jahre alt wurden, haben gewiss ihre Lebensfähigkeit dadurch bewiesen, nicht minder aber auch ihr Wesen als Missbildung. Wenn aber, wie es bei atresia ani so häufig geschieht, der Enddarm an der Afterbucht nicht ausmündet, sondern blind endet oder gar, wie ich es jüngt beobachtete, zwischen Speiseröhre und Magen einerseits, zwischen Magen und Zwölffingerdarm andererseits keine Verbindung besteht, so ist dadurch die Lebensfähigkeit ausgeschlossen, wenn auch sonst diese Missbildungen zu sensationellen Schaustellungen sich kaum eignen dürften, im letzteren Falle äusserlich wahrnehmbare Zeichen überhaupt gar nicht darbieten.

Als Sehenswürdigkeiten sind Missbildungen wohl zu allen Zeiten gezeigt worden. Heute reist der Zirkus Barnum mit einer grossen Anzahl solcher herum, jedes Panoptikum, jedes Wachsfigurenkabinet, jeder Jahrmarkt ist mit solchen Attraktionen ausgestattet, wobei die Zuschauer dem wissenschaftlichen Beobachter oft mehr Interesse bieten als das ausgestellte Objekt. Kein Zweifel, dass die menschliche Neugierde davon stark gefesselt wird. Im 17. Jahrhundert zeigte sich auf Reisen ein Genueser Lazarus Johann Baptista Colloredo, dem ein verkümmerter Zwillingsbruder Brust an Brust am Schwertfortsatz des Brustbeins hing. Wir wissen, dass Aristoteles den Missbildungen lebhafte Aufmerksamkeit zugewandt hat. Kein Wunder, wenn die Missbildungen zu allen Zeiten mächtig auf die Phantasie des Volkes eingewirkt haben. Es ist wohl

Digitized by Google

nicht streng zu beweisen, aber mehr als wahrscheinlich, dass die Fabelwesen aller Mythologien, vorab der griechischen, von Missbildungen beeinflusst sind. So wild und aus dem Nichts schafft keine Phantasie, dass sie nicht eines Reizes und Anstosses aus der Aussenwelt bedürfte. So mögen Polyphem mit seinen Cyklopen von einäugigen Missbildungen beeinflusst sein (siehe Fig. 2 und 3, Cyklops des Schweines und des Menschen). Noch in der Blütezeit griechischer Plastik sind Faune und Satyrn an kleinen Haarschwänzchen in der Lendengegend kenntlich, die wir andererseits in der Neuzeit als Zeichen versteckter Wirbelbogenspalten (spina bifida occulta) kennen gelernt haben. Militärärzte haben bei Rekrutenaushebungen zahlreiche solche Fälle gesammelt, von denen die Träger selbst oft nichts wussten. Stärker ausgeprägte Fälle sind mit Klumpfuss und starker Behaarung, auch schwanzähnlichen Bildungen behaftet, wodurch die Ähnlichkeit mit einem Bocksfuss täuschend werden kann. Lassen sich unsere christlichen Feste von älteren heidnischen ableiten, so trägt auch der Teufel unverkennbare Charakterzüge seiner heidnischen Vorfahren, vor allem eben der Satyrn. Pferdefuss (pes equinus) nennen wir auch in der Pathologie jenen starken Grad von Klumpfuss. Der Aberglaube der mittleren Zeiten hat daher die Mütter von Missgeburten des Verkehrs mit dem Teufel oder sodomitischen Umganges bezichtigt, als Hexen gebrandmarkt und zum Scheiterhaufen verurteilt. Man sieht, die christliche Vorstellung des Teufels ist nicht ohne weiteres naturwidrig, wohl aber pathologisch.

Hier in diesem Kreise ist es wohl überflüssig, gegen den Glauben an ein Versehen der Mutter Stellung zu nehmen. Es ist ein Aberglaube, der keinen wissen-

Digitized by Google

schaftlich festen Boden hat, aber alt ist wie die Welt und nicht auszurotten. Das älteste Beispiel der Weltliteratur ist wohl Erzvater Jakob, der seinen Schwiegervater Laban dadurch zu übervorteilen suchte, dass er grüne Stäbe von Pappelbäumen, Haseln und Kastanien scheckig schälte und in die Tränkrinne der Schafe legte, damit die junge Brut scheckig, sprenkelig und bunt würde und nach dem Vertrag ihm zufiele. Hippokrates soll die weisse Frau eines weissen Mannes, die ein schwarzes Kind gebar, vor schwerer Anklage gerettet haben durch den Hinweis auf ein Negerbild in ihrem Schlafgemach. Die Anwesenheit bei einer Hinrichtung bot der Mutter die Gefahr, ein kopfloses Kind zu gebären. Feuermäler wiesen zurück auf eine Feuersbrunst, die die Mutter erschreckt hatte. Aber auch rote Haare des Kindes konnten die Folge sein, wie denn überhaupt diese Lehre der Phantasie den weitesten Spielraum liess und sogar zu Träumen ihre Zuflucht nahm, wenn es an Erlebnissen gebrach. Ein besonders hübsches Beispiel hat E. Schwalbe aus der Dissertation eines seiner Vorfahren ausgegraben. Eine schwangere Frau jätet ihren Garten und ertappt einen Hasen, der an ihrem Kohl nascht; sie trifft ihn mit dem Spaten so, dass das Hirn herausquillt. Und siehe da, nach kurzer Frist gebiert sie ein Kind mit Exencephalie und Hasenscharte, eine sehr häufige Missbildung, die ich Ihnen hier in mehreren Exemplaren zeigen kann (siehe Fig. 4, Hasenscharte und Anencephalie). Vor wenigen Tagen konnte ich auf der medizinischen Klinik das Bild einer Frau gewinnen, die am Halse zwei härtliche, zottenartige, symmetrische Anhängsel besass, die sich wie knorpelig anfühlten, in der Jugend schon einmal abgeschnitten worden waren und die

Digitized by Google

möglicherweise mit Kiemenknorpeln zusammenhängen mochten. Sie gab an, ihre Mutter sei von einer Ziege erschreckt worden (siehe Fig. 5, Frau mit zottigen Anhängseln am Halse). Alle diese Behauptungen tragen ihre Kritik in sich selber und beruhen meist auf einem Anachronismus. Sie beziehen sich meist auf Erlebnisse der letzten Schwangerschaftsmonate, während wir wissen, dass die äussere Gestalt des Embryo im dritten Monat vollendet ist. Die Entstehung der meisten hier in Betracht kommenden Missbildungen muss auch nach heutigem Wissen in eine noch viel frühere Zeit (1. bis 2. Monat) verlegt werden, oder wie man sich jetzt ausdrückt, der teratogenetische Terminationspunkt liegt um viele Monate früher als das Datum des angeschuldigten Erlebnisses; auf jenes Beispiel angewandt, trug jene Frau viele Monate schon eine Frucht mit Hasenscharte und blossliegendem Hirnrest, ehe sie den Hasen traf. Auf diese Formel sind die meisten dieser Erzählungen zu bringen. Ganz unhaltbar aber erscheint diese Lehre, wenn wir bedenken, dass wir genau dieselben Missbildungen wie beim Menschen, auch bei den Tieren antreffen, denen wir so tiefgehende seelische Eindrücke (psychische Traumata) nicht zutrauen. Wenn also angegeben wird, die Mutter eines Acephalus habe bei Barnum eine gleiche Missbildung des Rindes gesehen, so erübrigt die Frage, woran sich wohl die Mutterkuh versehen haben mag. Für genau gleiche Missbildungen bei Mensch und Tier so verschiedene Ursachen anzunehmen, ist jedenfalls kein wissenschaftlich gerechtfertigter Standpunkt. Dazu kommt zum Überfluss, dass z. B. Hasenscharten beim Hund und Schwein nur einzelnen Exemplaren eines Wurfes und nicht allen eigen sind. Dass aber Schreck und Ent-

Digitized by Google

setzen die Frucht schädigen können, durch Kontraktionen des Uterus auf dem Nervenweg, oder durch Ernährungsstörungen auf dem Blutweg, dass sie Abortus und Frühgeburt hervorrufen können, soll natürlich nicht geleugnet werden, doch hat das mit der Ausbildung bestimmter Formen infolge bestimmter psychischer Eindrücke nichts zu tun. Die Widerlegung der Lehre vom Versehen ist nicht unwichtig, denn sie schafft freie Bahn für die wissenschaftlich erforschbaren Vorgänge und Ursachen der Missbildungen, die dem Versuch zugänglich sind, und damit komme ich auf unser eigentliches Thema.

Während in früheren Chroniken und „Kosmographien" bis in die Mitte des 17. Jahrhunderts neben richtigen Beobachtungen auch unmögliche Fabelwesen und Naturwunder kritiklos abgebildet wurden, während die Missbildungen als willkürliche und launische Erzeugnisse der „spielenden" Natur erklärt wurden, rang sich allmälig die Erkenntnis durch, dass auch diesem Spiel ein tiefer Sinn innewohne. Vesals Geist nüchterner und objektiver Beobachtung und Beschreibung drang endlich, wenn auch spät, in dieses Gebiet ein; Malpighi legte den Untersuchungen die Entwicklungsgeschichte zugrunde, und vereinzelt ausgesprochene Ahnungen (Harvey etc.), die Missbildungen seien zum grössten Teil Hemmungen, d. h. stehengebliebene entwicklungsgeschichtliche Zustände, wurden von Joh. Friedr. Meckel im Anfang des 19. Jahrhunderts zum Lehrgebäude erweitert. Auf dieser Grundlage haben Vater und Sohn Geoffroy St. Hilaire, später Panum und vor allem Dareste, der sich die experimentelle Teratologie zur Lebensaufgabe gemacht hat, weiter gearbeitet. Der Unterschied zwischen einst und jetzt,

Digitized by Google

zwischen der Epoche der eben Genannten und der neuesten Phase, die sich vornehmlich an die Namen der Brüder Hertwig, Wilhelm Roux, Born, Driesch, Herbst, Loeb knüpft, ist der, dass die älteren Forscher direkt darauf ausgingen, Missbildungen durch den Versuch zu erzeugen und genetisch zu erklären, die Teratologie als Selbstzweck im Auge haltend, während sich die Neuern das Studium der Entwicklungsvorgänge angelegen sein liessen, die Befruchtung, die Furchung des Eies, die Gastrulation, die Keimblätterbildung und die fernere Differenzierung zur Organ- und Gewebebildung, wobei sich die bedeutendsten Ergebnisse für die Teratologie ganz ungesucht und wie von selbst einstellten. Es wird das in der Geschichte der Wissenschaften ein ewig denkwürdiges Beispiel dafür bleiben, dass der direkt auf ein Ziel gerichtete Blick nicht immer die besten Früchte verheisst. Für uns ist heute die Erklärung dafür einfach. Die neuern Forscher arbeiteten auf einer viel ausgedehnteren und tiefer gebauten Grundlage entwicklungsgeschichtlicher Einsicht und die Pathologie wird gut tun, sich das Beispiel zu merken. Auf diese Weise sind nun alle die neueren Richtungen, die man als Entwicklungsmechanik, experimentelle Entwicklungsgeschichte, Entwicklungsphysiologie, experimentelle Morphologie unterscheidet, zu einem guten Teil auch experimentelle Teratologie geworden.

Eine Einschränkung ist nun freilich gleich an die Spitze dieser Betrachtungen zu setzen. Nicht nur das Menschenei, sondern das Säugetierei überhaupt entzieht sich aus leicht ersichtlichen Gründen dem experimentellen Eingriff. Nur das Ei ausserhalb des mütterlichen Organismus ist ihm zugänglich, und die

Digitized by Google

so gewonnenen Ergebnisse werden also nur mit Vorsicht und Vorbehalt auf Missbildungen der Säugetiere übertragen werden dürfen. Als Gegenstand entwicklungsmechanischer Versuche haben hauptsächlich gedient: von Medusen die Formen Aegineta flavescens, Clytia flavidula, Laodice cruciata, Liriope mucronata, Gonionemus vertens, Microcoma annæ, von Ctenophoren die Formen Bolina und Beroë ovata, von Anneliden Nereis, Ascaris megalocephala, Lumbricus, Tubifex, Chætogaster diaphanus, von Turbellarien die Planaria, von Ascidien Clavellina lepadiformis, von Seesternen Asterias, von Echiniden Strongylocentrotus lividus, Echinus microtuberculatus, Sphærechinus granularis, von den Mollusken: Dreissensia polymorpha und Ilyanassa Planorbis; Arthropoden kommen weniger in Betracht, obgleich die experimentelle Richtung auch bei Lepidopteren höchst interessante Ergebnisse gezeitigt hat; von Crustaceen sind Alpheus, Palinurus, Palæmon, von Cyklostomen ist Petromyzon planeri, von Teleostiern Fundulus heteroclitus, Leuciscus, verschiedene Salmoniden untersucht worden, auch Amphioxus wäre nachträglich noch zu nennen; wertvolle Objekte waren die Amphibien: Triton tæniatus, Salamandra, Bombinator igneus, Rana fusca, silvatica, palustris. Die höchsten Tiere, deren Eier dem Versuch zugänglich waren, sind unter den Vögeln die klassischen Objekte der alten Embryologen, Huhn und Ente.

Seit Aristoteles hat man zur Erklärung der Missbildungen den Mangel oder Überschuss des Bildungsmaterials herbeigezogen und sie bis heute in monstra per excessum und per defectum eingeteilt. Einen bestimmten Inhalt haben aber diese Begriffe erst in unseren Tagen dadurch bekommen, dass es Boveri ge-

Digitized by Google

lungen ist, durch Befruchtung kernloser Zellstücke Zellen mit um die Hälfte verminderter Chromosomenzahl zu erhalten, woraus Gastrulæ und Plutei mit kleinen Zellen und Kernen erwuchsen. Schon früher hatte Chun im Plankton Keime der Eucharis von halber Grösse und halber Rippenzahl gefunden und diese Reduktion auf Blastomerentrennung durch die Brandung bezogen und richtig durch Schütteln der Eier künstlich nachzuahmen vermocht. Andererseits fanden O. Hertwig und andere Mittel und Wege, ein Ei für die Überbefruchtung (Polyspermie) zugänglich zu machen, indem sie es mit Chinin oder Chloral, Strychnin, Morphium, Chloroform, Nicotin, Äther, Kohlensäure vergifteten, indem sie es erwärmten oder erst im Zustand der Überreife der Befruchtung aussetzten. Die Folge der Überbefruchtung ist die ungleichartige Verteilung der Chromosomen auf die Furchungskugeln, die dadurch verschiedenwertig werden und zum Teil eine pathologische Entwicklung nehmen. Verschmolzene Ascariseier ergaben einen Riesenembryo (zur Strassen). Drei verschmolzene Blastulæ von Echiniden bildeten einen einheitlichen Verwachsungspluteus von einheitlicher Form mit drei Därmen, von denen aber zwei mangelhaft waren (Driesch). Das sind vortreffliche Beispiele für Mangel und Überschuss an Bildungsmaterial und ihre Folgen.

Mangelhaftes Bildungsmaterial stellen aber auch einzelne Furchungskugeln oder gar eine einzige dar, wenn es gelänge, sie zu isolieren aus dem Gesamtverband des gefurchten Eies. Diese Trennung der Blastomeren und was noch wichtiger ist, die Aufzucht der getrennten Blastomeren, ist nun gelungen und hat sich für die Deutung der Missbildungen als ganz be-

Digitized by Google

sonders fruchtbar erwiesen. Die Isolierung gelingt durch Schütteln im Reagensglas, durch Wärme, durch Übertragung in Ca-freies Seewasser (Herbst.); eine blosse Verlagerung oder Umlagerung derselben geschieht durch Ätherwirkung oder mechanisch mittels Druckes zwischen Objektträger und Deckgläschen, oder durch Einsaugen und Wiederausströmenlassen mittels einer Pipette (Maas). Solche einzelne Blastomeren bilden nun, zeitig in gewöhnliches Seewasser zurückgebracht, unvollkommene Blastulæ; eine Kugel des Zweizellenstadiums, also die Hälfte des Eies nach der ersten Furchung bildet zunächst eine offene Halbkugel, die dann durch Regulation zur Kugel ergänzt wird, ebenso eine Blastomere des Vierzellenstadiums, also eine $^1/_4$ Zelle (nach der zweiten Furchung), immerhin erreichen die daraus hervorgegangenen Pluteuslarven nicht die normale Grösse, sondern bleiben klein wegen des mangelhaften Bildungsmaterials. Nach diesem Verfahren der Trennung der Furchungskugeln hat Driesch bei Echiniden herausgefunden, dass $^1/_4$ Blastomere (kurzer Ausdruck für eine Blastomere im Vierzellenstadium) noch einen ganzen Pluteus bildet, $^1/_8$ Blastomere eine Gastrula mit Darmgliederung, $^1/_{16}$ Blastomere eine Gastrula ohne Darmgliederung, $^1/_{32}$ Blastomere nur noch eine Blastula, alle Blastomeren späterer Stadien aber vor Erreichung der Blastulabildung zu Grunde gehen. Im Sprachgebrauch der Entwicklungsmechanik heisst also die Formel: Die prospektive Potenz (das mögliche Schicksal) der Blastomeren nimmt ab mit fortschreitender Differenzierung des Organismus. Bis zur vierten Teilung der Eizelle sind die Blastomeren totipotent, d. h. zur Ganzbildung der Larve befähigt. Die prospektive Potenz (das unter Umständen mögliche Schick-

Digitized by Google

sal) eines Teils ist meistens grösser oder reicher als die prospektive Bedeutung (die Aufgabe in der normalen Entwicklung) dieses Teils, z. B. die prospektive Bedeutung einer Blastomere des Zweizellenstadiums ist die, eine Körperhälfte zu bilden, aber die prospektive Potenz ist die, eine Ganzbildung hervorzubringen. Verletzte man mit feinen Glasnadeln oder heissen Metallnadeln Ascidien- oder Froscheier, so entsprachen die Defekte des wachsenden Tieres dem Umfang der Verletzung, wenigstens vorderhand. So entstand eine Halbbildung nach Verletzung einer von zwei Furchungskugeln, eine Viertelsbildung nach Zerstörung dreier von vier Blastomeren. Noch die Larven trugen ihre entsprechenden Defekte, aber nun stellt sich ein allmäliger Ersatz des Fehlenden vom Vorhandenen aus ein, und dieser als Postgeneration bezeichnete Vorgang ist nun allerdings geeignet, in vielen Fällen die geschilderte Entwicklung zu verschleiern. Hier liegen auch noch vielfach strittige Punkte. Sicher ist, dass Hemiembryonen des Frosches schon von mehreren Forschern auf diese Weise haben erzeugt werden können.

Lässt sich also diese Auffassung halten — unangefochten ist sie nicht geblieben — so ergäbe sich folgerichtig daraus die Vorstellung, dass die erste Furchungsebene des Eies auch die Medianebene und damit die rechte und linke Körperhälfte bestimme. Eine zweite Furchungsebene, zur ersten senkrecht, würde entweder zwischen vorn und hinten, oder oben und unten scheiden, und so vollzieht sich die Eifurchung als Mosaikarbeit, wie Roux es genannt hat. Diese Anschauung hat eine gewisse Verwandtschaft mit dem Prinzip der organbildenden Keimbezirke von

Digitized by Google

His, das jedoch vor jeglicher Kernteilung von vornherein im Plasma des Eies gedacht wird. Nun erfährt aber jenes Determinationsprinzip insofern eine erhebliche Einschränkung, als verschiedene Tierformen sich bei der Eifurchung ganz verschieden verhalten. Ähnlich wie Echinideneier verhielten sich Medusen mit Bezug auf Abnahme in der Fähigkeit der Ganzbildung. Eine frühe Spezialisierung und damit ausgesprochene Mosaikarbeit scheint den Blastomeren bei Ctenophoren, Gastropoden, Lamellibranchiern und Anneliden zuzukommen. Bei Triton soll die erste Furchung öfter der Frontal- als der Medianebene entsprechen, somit die prospektive Bedeutung der ersten Blastomeren ungleich ausfallen.

Es kann hier nicht ausgeführt, sondern nur ganz flüchtig angedeutet werden, wie zu den geschilderten Anschauungen im schroffen Gegensatz Pflüger der Gleichwertigkeit aller Teile im Eiplasma, der Isotropie des Eies das Wort redet, und Oskar Hertwig in Zelle und Kern die Träger *aller* Arteigenschaften sieht und die Verschiedenartigkeit der Zellen und Zellgruppen nur aus ihren ungleichen räumlichen und zeitlichen Bedingungen folgern, nur als abhängige Differenzierung anerkennen will. Man hat in diesem Gegensatz ein Wiederaufleben des alten Streites zwischen Evolution und Epigenese sehen wollen, doch treffen diese Schlagworte den Kern der Frage nicht ganz und streifen bloss die Oberfläche.

Es müssen noch ein paar Begriffe des neuern Sprachgebrauches erläutert werden. Wenn aus den Teilstücken einer zerschnittenen Echinidenblastula normale, aber kleinere Plutei hervorgingen und so sich in allen Zellen die gleiche prospektive Potenz erwies, so nannte man

Digitized by Google

dies ein Beispiel eines harmonisch äquipotentiellen Systems. Wenn eine $^1/_4$ Blastomere eine Blastula mit nur dem vierten Teil der Zellen einer normalen, eine $^1/_8$ Blastomere eine solche Blastula mit nur dem achten Teil der Zellen und entsprechend kleineren Kalkstäbchen bildeten, so wählte man dafür den Ausdruck „vitalistische Proportionalität". Es sind hier durch den Versuch *Zwerg*bildungen erzielt worden, wie durch Polyspermie oder Verschmelzung *Riesen*embryonen von Ascariden und Echiniden hervorgebracht werden konnten.

Zwiefach können Anregung und Nutzen sein, die vom Versuch für das Verständnis der menschlichen Missbildungen ausgehen. Entweder wir beschränken uns auf die Fähigkeit, bei niedern Tierformen durch Eingriffe die Entwicklung zu beeinflussen und auf Irrwege zu locken, und auf diese Weise Missbildungen hervorzurufen, die vielleicht mehr oder weniger grosse Ähnlichkeit mit menschlichen haben mögen, die aber zunächst auf menschliche Verhältnisse gar nicht anwendbar sind. Wir haben dann ein Stück experimenteller Teratologie vor uns, ganz unbekümmert um menschliche Kasuistik. Oder aber wir dürfen es wagen, gewisse Vergleiche mit der menschlichen Entwicklung anzustellen, bestimmte Störungen vorsichtig und mutatis mutandis auf die Verhältnisse der Säugetiere und des Menschen zu übertragen und zu einer Deutung und Erklärung menschlicher Missbildungen zu verwenden. Diesen letzteren wichtigeren Fall hoffe ich, Ihnen an einem Beispiel erläutern zu können, das besonders von E. Schwalbe in diesem Sinne verwendet worden ist. Der Epignathus ist, wie der Name sagt, eine Missbildung, die dem Träger am Kiefer sitzt und aus dem Munde hängt (siehe F. 6, Epignathus). Nun gelingt

Digitized by Google

es, ohne dem Stoff Zwang anzutun, die bisher bekannt gewordenen Epignathi in vier Gruppen zu reihen, denen verschiedene Grade der Komplikation ihrer Zusammensetzung entsprechen. Die einfachsten stellen Geschwülste am Gaumen oder in der Mundhöhle vom Typus der sogenannten Mischgeschwülste dar, und sie enthalten etwa Fettgewebe mit Knorpel und einen Überzug von Epidermis mit Haaren und Talgdrüsen, also Vertreter zweier Keimblätter. Die zweite Gruppe umfasst unförmliche Geschwülste der Mundhöhle, vom Bau der Teratome, aus Geweben aller drei Keimblätter zusammengesetzt, aber ohne dass bestimmte Organe zu erkennen sind. Die dritte Gruppe ist vertreten durch wirkliche Körperteile eines zweiten Fœtus, wie etwa Extremitäten, Geschlechtsteile, Darmwindungen, die aus der Mundhöhle des ersten Fœtus hängen, und endlich wird die vierte Gruppe vertreten durch folgende, allerdings seltene Beobachtung: Dem Fœtus Nr. I hing Nr. II in Gestalt eines Epignathus aus dem Munde, die beiden Nr. III und Nr. IV aber in Gestalt kopfloser Missgeburten (Acephali) hingen an einer gabelförmig geteilten Nabelschnur, die ihre Anheftung ebenfalls am Gaumen fand. Also Vierlinge, von denen drei mangelhaft entwickelt waren. Man war früher geneigt, die beiden ersten Gruppen als autochthone oder monogerminale Bildungen, die *einem* Individuum entsprächen, aufzufassen, während man bei den beiden letzteren Gruppen, wo sich offenkundige embryonale Teile fanden, glaubte ein zweites (bezw. mehr) Individuum annehmen zu müssen und von heterochthonen oder bigerminalen Bildungen sprach. Doch liess sich die Lage der letzteren innerhalb des Amnion nicht vereinigen mit der Ableitung eines zweiten zurück-

Digitized by Google

gebliebenen Embryos, da die frühesten bisher untersuchten menschlichen Eier schon ein geschlossenes Amnion hatten. Also musste das Material für den Epignathus schon innerhalb des Amnion gesucht werden. So kam Marchand auf den Gedanken, befruchtete Richtungskörperchen dafür in Anspruch zu nehmen und da in der Tat bei einer Lungenschnecke Arion dergleichen beobachtet war, fehlte es der Hypothese nicht an einer Stütze. Da aber den Vorgang beim Säugetier noch niemand gesehen, neigte sich die Wahrscheinlichkeit mehr auf die Seite der Annahme, es möchten Furchungszellen in frühester Zeit ausgeschaltet worden sein, und hernach eine verzögerte, ihrer prospektiven Potenz entsprechende Entwicklung genommen haben. Verlagerungen von Blastomeren hat man ja vielfach hervorgebracht und eine Ausschaltung in die primäre Leibeshöhle hat Boveri beobachtet, freilich, ohne über ihr Schicksal Bestimmtes aussagen zu können. Dafür, dass die Blastomeren des Menscheneies sich später erst spezialisieren, ähnlich wie bei Echinodermen, spricht manches, namentlich der Mangel der Dotteranhäufung, welche die Blastomeren früh determiniert. Es ist also recht wahrscheinlich, dass die menschlichen Blastomeren multipotent sind.

Diese Erklärung hätte den Vorteil einer einheitlichen Geltung für die Epignathi in ihren vier verschiedenen Gruppen, sowie für Epignathus und Teratome (komplizierte Mischgeschwülste aus den verschiedensten Geweben). Kommt es zu völliger Trennung der zwei ersten Furchungskugeln, so entstehen Zwillinge, denn jede Blastomere des Zweizellenstadiums hat die prospektive Potenz der Ganzbildung, ist totipotent. Geschieht die Trennung unvollkommen, so haben wir

Digitized by Google

Doppelmissbildungen, die also nicht auf Verwachsung, sondern auf unvollkommene Verdoppelung zu beziehen wären. Durch ungleiche Teilung des Blastomerenmaterials oder Ausschaltung einer Blastomere, die noch einen ganzen Embryo für sich bilden kann, entsteht eine parasitäre Missbildung. Da nun die prospektive Potenz der Furchungszellen fortschreitend eingeschränkt wird, oder mit andern Worten, da nun die Universalität (Vielseitigkeit) der Zelle um so mehr verloren geht, je virtuoser (einseitiger) sie für eine bestimmte Leistung ausgebildet wird, ergibt sich der Satz: Je komplizierter, je vielseitiger zusammengesetzt der Epignathus ist, desto früher liegt sein teratogenetischer Terminationspunkt, d. h. um so früher muss die missbildende Ursache eingewirkt, muss die Ausschaltung stattgefunden haben. Dieser Terminationspunkt lässt sich in vielen Fällen nach unseren Kenntnissen der prospektiven Potenz der Zellen der verschiedenen Stadien (Blastula, Gastrula, Neurula, Dreikeimblätterstadium) und ihrer zunehmenden Einschränkung annähernd bestimmen. Ähnlich wie es hier nach Schwalbe für den Epignathus ausgeführt worden, könnte es für den Epigastrius, eine parasitäre Doppelmissbildung des Bauches, klargestellt werden, denn auch hier kann eine kontinuierliche Reihe aufgestellt werden von eineiigen Zwillingen bis zum Teratom in der Bauchhöhle. Die Reihe heisst (nach Schwalbe): Eineiige Zwillinge (siehe Fig. 7, Eineiige Zwillinge, der eine in Entwicklung zurückgeblieben) — Xiphopagus (mit dem Schwertfortsatz verbunden) — Sternopagus (mit dem Brustbein verbunden) — Thoracopagus (siehe Fig. 8, Thoracopagus) — Thoracopagus parasiticus — Epigastrius (siehe Fig. 9 und 10, Epigastrius vom Schwein, operierter Epigastrius

Digitized by Google

vom Menschen) — Teratom in den Bauchdecken — Teratom in der Bauchhöhle. Und von demselben Gesichtspunkt aus lassen sich jetzt auch jene oft besprochenen Steissgeschwülste verstehen, die eine recht verwickelte Zusammensetzung haben können. Hier setzen wir die Reihe: Eineiige Zwillinge — Pygopagus (mit dem Steiss verwachsen) disymmetros — Pygopagus parasiticus (das eine Individuum zum Parasiten verkümmert) — Sacralparasit — Sacralteratom, wobei die Teratome entsprechend der prospektiven Potenz des ausgeschalteten Keimes wiederum aus Bestandteilen aller drei oder nur zweier Keimblätter, oder nur eines Keimblattes zusammengefügt sein können (siehe Fig. 11, Steissgeschwulst, Teratom). Man sieht hieraus, wie überaus fruchtbar für die Betrachtung der mannigfachsten Missbildungen die Versuche und Ergebnisse über die prospektive Potenz der Blastomeren geworden sind.

Noch eine nicht so seltene und höchst merkwürdige Form der Doppel-Missbildung hat von den experimentellen Ergebnissen eine neue Beleuchtung erfahren, ich meine den sogenannten Acardius. Das sind formlose Klumpen, die mehr oder weniger die menschliche Form erkennen lassen, oft aber auch gar nicht mehr, und die kein Herz oder nur ein rudimentäres, jedenfalls nicht funktionierendes, besitzen.

Sie kommen immer neben einem oft wohlgestalteten und lebenstähigen Zwilling vor und sind wenigstens durch gemeinschaftliche Placenta mit ihm verbunden. Hat man sie früher gern als Placentaparasiten aufgefasst oder als zurückgebliebenen oder rückgebildeten Zwilling, so herrscht heute die Ansicht vor, dass sie aus einer Sonderung der ursprünglich einfachen Anlage in zwei ungleiche Embryonalanlagen, die sich mit ihren Kopf-

Digitized by Google

enden divergierend entwickeln, hervorgehen (siehe Fig. 12, 13, 14, Acardius amorphus des Menschen mit seinem normalen Zwilling — Acardius acormus des Rindes — Acardius acephalus der Ziege). Die kleinere Anlage, mit der geringern Anzahl Furchungszellen, wird auch in der Bildung des Mesoderms, des Bauchstiels, des Amnion und in der Abschnürung der Dotterblase hinter dem andern zurückbleiben und dadurch von vornherein zum Parasitismus verurteilt sein; die Entwicklung der Gefässanastomosen wird sich von selbst einstellen, denn je besser der kleinere Embryo ausgebildet ist, um so grösseren Anteil wird er auch an der Placenta haben. Von grosser Bedeutung für den Acardius ist alsdann die Umkehrung seines Kreislaufs, der vom Herzen des Hauptembryo aus gespeist wird, so dass die Nabelarterie (meist nur eine) das Blut dem Acardius zu-, die Nabelvene dasselbe abführt. Wie aus dem Gesagten hervorgeht, hat die neuerdings in Aufnahme gekommene Theorie der primären Missbildung zur Erklärung des Acardius ihre besten Stützen in der experimentellen Ergründung der Blastomeren.

Auch für die Auffassung der Geschwülste, wenigtens mancher Geschwülste, ist die experimentelle Entwicklungsgeschichte bedeutungsvoll geworden. Schon lange vor Cohnheim sind die Geschwülste als Entwicklungsstörungen angesehen worden, und da, wie gezeigt worden ist, alle Übergänge von symmetrischen Doppelbildungen bis zum Teratom (Mischgeschwulst aus vielen Geweben) festzustellen sind, wiederum zwischen Teratom und Mischgeschwülsten einfacherer Zusammensetzung keine scharfe Grenze ist, hat neuerdings die Annahme der Keimversprengung, Gewebeverlagerung, Blastomeren-Ausschaltung zur Erklärung zusammen-

Digitized by Google

gesetzter Geschwülste viel Wahrscheinlichkeit für sich, besonders, da Aberrationen schon für das blosse Auge bemerkbar öfter nachzuweisen sind an Brustwarzen, Brustdrüsen (entsprechend der Milchleiste), Nebennieren, Nebenmilzen, Nebenpankreas, bei stärkerer Vergrösserung z. B. Reste des Urnierenganges im Uterus, Duodenaldrüsen in der Magenschleimhaut, Magenschleimhautinseln im Ösophagus und Gaumen, Heterotopien im Zentralnervensystem. Besonders die berühmten Dermoide des Ovarium, Cysten, welche Haare, Haut, Talgdrüsen, Zähne, Knochen, Nervenzellen, Darmstücke etc. enthalten, werden auf ausgeschaltete multipotente Blastomeren zurückgeführt.

Es ist auch verschiedentlich gelungen, durch Einspritzung zerriebenen und aufgeschwemmten embryonalen Gewebes, in dem z. B. mesodermatische Gewebe noch nicht differenziert waren, nach einiger Zeit teratoide Bildungen mit Knorpel, Knochen, Epithelcysten etc. zu erhalten.

Aus dem Gesagten wird die enge Verknüpfung von Missbildungen und Geschwülsten zur Genüge hervorgegangen sein und es ist schon durch die oben erwähnten Reihen die Kluft zwischen Missbildungen und Neubildungen überbrückt worden. Das ist wohl auch ein Grund dafür, dass die neue Zeit den Missbildungen wieder mehr Beachtung schenkt, nachdem das Zeitalter der Infektionskrankheiten mit seinen bakteriologischen Triumphen sie stark in den Hintergrund gedrängt hatte. Es hat sich daher Ernst Schwalbe in Heidelberg ein grosses Verdienst erworben durch die höchst zeitgemässe Neubearbeitung des fesselnden Stoffes und Herausgabe eines Buches über die Morphologie der Missbildungen des Menschen und der Tiere. Dasselbe

Digitized by Google

ist dem vorliegenden Referat im wesentlichen zu Grunde gelegt und kann jedem, der weitere Belehrung wünscht, nur dringend empfohlen werden.

Ich werde Ihnen nun über die Mittel zu berichten haben, mit denen man das Ei in seiner Entwicklung zu beeinflussen und zu stören suchte. Schon ältere Forscher (Réaumur, Valentin, Panum, Dareste) kannten die Temperatur als ein wirksames Mittel. Freilich sind verschiedene Eier ganz verschieden empfindlich, so das Vogelei über 40 °, Eier der Salmoniden über 12 °. Temperaturschwankungen an den zwei ersten Tagen der Bebrütung haben oft Missbildungen zur Folge gehabt. Wurden Seeigeleier vor der Gastrulation der Wärme ausgesetzt, so bildeten sie sogenannte Exogastrulae, d. h. der Urdarm war nach aussen vorgewölbt, statt eingestülpt (Driesch).

Beim Hühnchen wurden mehrere Primitivstreifen auf der Keimscheibe erzielt, also der Anfang zu Mehrfachbildungen. Durch Temperaturschwankungen erhielt man dreimal Hühner-Embryonen mit Spina bifida (Wirbelspalte) und Exencephalie und zweimal Exencephalie allein (mangelnder Schluss des Schädels, Offenliegen des Hirns). Abkühlung bewirkte eine mangelhafte Bildung des Gefässhofes, des Blutes, des Amnion. Bei Schmetterlingen sah Standfuss mit seinen Schülern hiebei viele verkrüppelte Formen, auch missbildete Flügel. Auf das Säugetier können solche Erfahrungen kaum übertragen werden. Dafür, dass fieberhafte Zustände die Entwicklung des Keims gefährden und irreleiten, liegen keine sichern Beobachtungen vor. Wir erkennen hier an diesem Beispiel, mit welcher Einschränkung diese Versuchsergebnisse für höhere Tiere und den Menschen zu verwerten sind. Höchstens geben

Digitized by Google

sie uns wertvolle Winke über die Vorgänge bei Entstehung von Missbildungen, ohne dass wir indessen über die Ursachen etwas erfahren, denn wir werden kaum Wärmewirkung für die Spina bifida des Menschen verantwortlich machen wollen (siehe Fig. 15, Spina bifida), dagegen werden wir uns merken, dass beim Hühnchen eine Mehrfachbildung mit einer Vermehrung der Primitivstreifen auf der Keimscheibe einsetzt. Für die formale Genese sind die Versuche lehrreich und bedeutungsvoll, über die kausale Genese sagen sie nichts aus.

Sauerstoffmangel kann für manche Eier verhängnisvoll werden. So hat man durch Überfirnissen derselben Verdoppelungen zu Stande gebracht, nach Eintauchen in sauerstofffreie Flüssigkeiten zwei Keimscheiben entstehen sehen; freilich ist hier der kausale Zusammenhang sehr fraglich. Durchsichtiger ist der chemische und osmotische Einfluss der Umgebung. Die Isolierung der Blastomeren in Ca-freiem Wasser ist erwähnt; in Ca-armem Wasser geraten die Plutei abnorm, in Lithiumlösungen bekommt man Exogastrulæ (mit ausgestülptem Urdarm). Lœb gelang es, in konzentrierten Salzlösungen ein unbefruchtetes Echinidenei zur Furchung zu bringen und zur Blastula und zum Pluteus aufzuziehen, also eine künstliche Parthenogenese durch Steigerung des osmotischen Druckes. Ähnliches gelang beim Seesternei durch Schütteln. Aber alle diese Versuche werden an Merkwürdigkeit übertroffen von der künstlichen Bastardierung, die Lœb durch bestimmte Konzentration des Medium an Seeigeleiern bewirken konnte, so, dass sie nun nicht mehr für Seeigelsperma, sondern nur für Seesternsperma zugänglich waren. Es frägt sich, ob die Natur gelegentlich auf diese Weise Varietäten erzeugt?

Digitized by Google

Kommen Eier des Froschs oder Axolotls nach der Befruchtung in 0,6—1 % Na Cl, so wird der vegetative Pol des Eies mehr gehemmt als der animale, die Gastrulation vollzieht sich nicht in der Ordnung, das Dotterfeld wird nicht in die Urdarmhöhle aufgenommen, so dass das Ei nun nicht mehr dem holoblastischen Typus folgt, sondern an den meroblastischen des Fischeis gemahnt, ein merkwürdiges Beispiel der Überführung des einen Furchungsmodus in einen andern, die sich sonst nach Tierklassen getrennt finden. Hertwig erzeugte auf diese Weise bei Frosch und Axolotl auch Spina bifida, Hemicranie, Anencephalie. Dass Spina bifida beim Hühnchen durch Wärmeschwankung, beim Frosch durch Kochsalzlösung zu Stande kommt, ist uns wiederum eine Lehre dafür, dass wir für die kausale Genese diesen Versuchen nichts entnehmen können.

Für den Einfluss des Lichtes hat man positive und negative Beispiele. Für die Entwicklung des Froscheies scheint das Licht ohne Bedeutung zu sein. Dagegen ist die Pigmentbildung bei Schmetterlingspuppen davon abhängig, und eine Hydromeduse: Eudendrium bildet im Dunkeln nur Stolonen und keine Hydranthen. Eine Radiumbestrahlung bewirkte beim Hühnerei eine formlose Missbildung bei gut entwickeltem Fruchthof.

Bekanntlich ist die Keimscheibe des Hühnereies und auch die beiden Pole des Froscheies nach der Schwerkraft orientiert. Eine andere, und zwar umstrittene Frage ist es, ob die Schwerkraft einen richtenden Einfluss auf die erste Furchung ausübe. Während O. Schultze in ihr ein wichtiges entwicklungsmechanisches Moment sieht, bestreitet es Born und konnte in Zwangslage wie in normaler Stellung Eier zur Entwicklung bringen, auch Roux sah Froscheier im Rotations-

Digitized by Google

apparat sich entwickeln, unabhängig von der Schwerkraft. Für uns ist hier aber besonders wichtig, dass durch Zentrifugieren sich der Dotter an einer Stelle stärker ansammelt und sich dadurch wieder statt des holoblastischen Typus ein meroblastischer herausbildet, wie wir ihn in gewissen Lösungen entstehen sahen. Ähnliche Wirkungen bei ungleichen Ursachen, gewiss wiederum eine eindringliche Mahnung, in der Deutung der kausalen Genese bei Missbildungen sehr zurückhaltend zu sein.

In neuerer Zeit ist das Experiment auch zur Lösung morphologischer, vergleichend anatomischer Fragen herangezogen worden, und Braus hat dieser Art der Verwendung des Versuchs den Namen der experimentellen Morphologie gegeben. Braus hat z. B. die Knospe der vorderen Extremität unter dem Kiemendeckel herauspräpariert und hinter den Hinterextremitäten an der Schwanzwurzel implantiert. So konnte er die Herkunft einzelner Elemente bei Organanlagen prüfen. Die Anlage entwickelte sich am fremden Standorte zu einer typischen Vorderextremität. Blut, Gefässe und Nerven entstehen aus dem Blastem autogen und gewinnen dann Anschluss an die entsprechenden Gebilde des Hauptembryo. Sie entstehen also unabhängig von diesen, durch Selbstdifferenzierung, z. B. die Nerven unabhängig vom Rückenmark. Auch sprechen die Versuche für organbildende Keimbezirke. Für die Erklärung überzähliger Gliedmassen (Hypermelie) ist die Beobachtung möglicherweise zu verwerten. Es ist z. B. denkbar, dass durch Verletzung und Schürfung eine solche Knospe spontan transplantiert wird und anwächst, während an der Stelle des Defektes durch Regeneration der Schaden völlig ausgeglichen wird.

Digitized by Google

Auch der neuere Ausbau der Lehre von der Regeneration, des Ersatzes von verloren gegangenen Gewebe- und Organstücken, und der Wiederherstellung des Ganzen ist für das Verständnis mancher Missbildungen fruchtbar geworden. Die wohl am weitesten gehenden Leistungen von Wiederersatz hat Morgan an einer Turbellarie Planaria demonstriert, woran sich unzählige Bildungsmöglichkeiten einstellen. Zum Beispiel entwickelt sich aus der angeschnittenen Seite ein nach hinten gerichteter Kopf, der beweist, dass Verdoppelung von Organen nicht immer auf Spaltung zu beziehen ist. Heteromorphose, d. h. Ersatz des Verlorenen durch Ungleichartiges, trat um so eher ein, wenn man kurze Stücke ausschnitt, da den kurzen Stücken weniger Polarität innewohnt als den langen. Tubularia (ein Hydroidpolyp) erzeugt einen Polyp am aboralen Ende, wenn das orale Ende in den Sand gesteckt wird. Das auffallendste Beispiel von Heteromorphose stammt von Herbst: Gewisse Langusten wie Palaemon und Palinurus regenerieren das abgeschnittene Auge, sofern Stiel mit Ganglion erhalten sind. Werden diese aber mit abgeschnitten, so bildet sich als ungleichwertiger Ersatz eine Antennula statt des Auges; es muss also vom Augenganglion ein formativer Reiz ausgehen. Ähnliches kennt man bei Planaria. Wird der Kopf vom Rumpf getrennt und zwar so, dass das Schlundganglion am Kopfstück bleibt, so regeneriert dieses rasch, während das Rumpfstück ohne Ganglion dazu sehr langsam im Stande ist. Alveus, ein Krebs, besitzt ungleiche Scheren, eine Schnalzschere und eine Zwickschere; wird die Schnalzschere entfernt, so bildet sich die Zwickschere zur Schnalzschere um, die operierte ergänzt sich zur Zwickschere; die Scheren sind jetzt vertauscht; nach

Digitized by Google

erneuter Amputation der neuen Schnalzschere stellt sich das alte Verhältnis wieder her. Hat man aber den Nerven der Zwickschere durchschnitten, so unterbleibt ihre Umwandlung zur Schnalzschere. Das amputierte Bein des Triton regeneriert trotz zerstörten Rückenmarks und das Regenerat enthält Nervenfasern, wenn das Spinalganglion erhalten ist. Anderseits können Wechselbeziehungen mit dem Nervensystem fehlen; z. B. regeneriert Rana fusca als Larve den abgeschnittenen Schwanz trotz Amputation des Gehirns. Einflüsse eines Gewebes auf ein anderes sind am Auge besonders schön demonstriert worden. Wo die Augenblase das Ektoderm berührt, entsteht eine Linse als Zellwucherung. Durch Zerstörung der Augenblase verhindert man auch die Linsenbildung, doch sobald die Augenblase sich regeneriert, entsteht an der Berührungsstelle wiederum eine Linse, ja, jede Stelle des Körpers ist im Stande, eine Linse aus ihrem Ektoderm zu bilden, sofern die Augenblase mit ihr in Berührung gerät. Entsteht die embryonale Linse aus Ektoderm, so regeneriert sie bei totaler Entfernung beim erwachsenen Triton aus dem Irisrand. Es widerspricht dies allerdings dem Grundsatz der Regeneration, dass Gleiches aus Gleichem entsteht. Die stärksten Abweichungen von diesem Satz hat Driesch bei einer Ascidie Clavellina gefunden, wo der Kiemenkorb mit Kiemenspalten und Siphonen aus Teilstücken des Tieres regenerieren, die diese Einrichtungen nicht besitzen. Jener Satz ist daher zwar eine Regel, aber kein Dogma.

Barfurth hat für diese abweichenden Fälle der Regeneration eine recht befriedigende Formel gefunden. Es gibt drei Arten von Zellen nach ihrer Leistungsfähigkeit in der Hervorbringung neuer Gewebe: 1. toti-

Digitized by Google

potente, wozu Eizelle und erste Blastomeren zählen; 2. multipotente, die Zellen der Keimblätter und des Augenbechers; 3. unipotente, wozu alle endgültig differenzierten Zellen (Muskeln, Nerven, Drüsen etc.) gehören. Für die letzteren gilt der Satz von der Spezifität (oder Spezietät), daher drückt er kein allgemeines Gesetz aus. Noch fast wichtiger als die Heteromorphose ist die Superregeneration, die Mehrfachbildung oder überzählige Bildung beim Wiederersatz. Es können Linsen, Schwänze von Amphibien und Reptilien (z. B. bei Verletzungen der Wirbel mit Knickung) überzählig gebildet werden; so kommen Gabelschwänze bei Triton und Froschlarven zustande. Ferner ist es gelungen, beim Triton die Hyperdaktylie experimentell zu erzeugen, wenn man alle Zehen bis auf den mittelsten abtrug und den Schnitt bis zu Tibia und Fibula führte. Ein Triton bekam eine Doppelhand nach Abschneiden der Gliedmassenanlage und Darüberlegen eines Fadens in der Mitte. Das sind Ergebnisse, die eine unmittelbare Nutzanwendung erlauben. Verletzungen durch Amnionfäden sind beim Menschen sehr häufig und durch Überbleibsel solcher Fäden direkt bewiesen. Auch sind Fälle bekannt, bei denen in der Spalte eines Doppelfingers (z. B. Daumen) ein Faden sich anheftete.

Gewiss kann bei höhern Tieren und beim Menschen von einer so beinahe unbegrenzten Restitutionskraft nicht die Rede sein, wie bei niedern Formen, denn mit fortschreitender Arbeitsteilung geht auch eine Spezialisierung der Teile Hand in Hand. Eine Restitution erfolgt nur in dem Grade, als es die neu ausgebildeten Richtungsbeziehungen der Teilchen, wie Polarität, chemische Spezialisierung der Gewebsart, Abhängigkeit vom Nervensystem gestatten. Je jünger, je weniger

Digitized by Google

spezialisiert die Organismen, umso grösser ihre Restitutionskraft. Wenn wir zu den Blastomeren zurückgehen, so werden wir in ihnen ein ebenso grosses Restitutionsvermögen finden, wie bei den niedrigeren Organismen, von denen sie sich darin nur dem Grade, nicht dem Wesen nach unterscheiden werden. Von diesem Standpunkt aus ist die Bedeutung der Regeneration, mit ihren besonderen Abarten der Heteromorphose, der Superregeneration und der Postgeneration für das Verständnis der Missbildungen zu bewerten.

Obwohl in den bisherigen Ausführungen mehrfach von Doppelmissbildungen, den symmetrischen (wie z. B. die siamesischen Zwillinge) und den asymmetrischen parasitären (wie z. B. der Acardius, Epignathus, Epigastrius) die Rede gewesen ist, möchte ich doch noch das Augenmerk auf die experimentelle Erzeugung derselben richten, die vielfach in sehr vollkommener Weise gelungen ist.

Früher drehte sich die Diskussion namentlich um die Frage, ob eine solche Verdoppelung durch Verwachsung zweier Individuen oder durch Spaltung eines Individuums entstehen könne. Beide Ansichten können in neueren Versuchen ihre Stützen finden. Born hat kleine (3 mm grosse) Larven von Fröschen und Unken aneinandergeheilt und zwar mit Bauchvereinigung wie bei Thorakopagen, mit Kopfverbindung wie Craniopagen, ein Hinterstück einer Larve an den Bauch einer andern wie ein Epigastrius parasiticus, ein langes Vorderstück samt Herz mit einem langen Hinterstück samt Herz, so dass ein Wesen mit zwei Herzen, zwei Lebern und einheitlichem durchgängigem Darm entstand. Gleichartige Organe verschmolzen direkt, ungleichartige durch Vermittlung von Bindegewebe. Es verwuchsen sogar

Digitized by Google

Organe und Gewebe, die ursprünglich in den verwendeten Larven noch gar nicht differenziert waren, sondern noch in der Anlage schlummerten, und die gleichartigen Organe schienen sich dann geradezu zu suchen. Sogar Vertreter verschiedener Gattungen, wie Frosch und Unke, nicht nur verschiedener Arten, wie Rana esculenta und arvalis gelang es miteinander zu verlöten. Durch diese Versuche erhielt die Verwachsungstheorie neue Nahrung.

Durch die erstaunlichen Versuchsergebnisse über die prospektive Potenz der Blastomeren und ihr Vermögen der Ganzbildung aber ist in neuerer Zeit doch die Ansicht aufgekommen, es entstünden die Doppelbildungen (zu denen dann auch die eineiigen Zwillinge gehören) aus einem normalen befruchteten Ei. Dass dies noch im Zweizellenstadium möglich sei durch eine Ganzbildung jedes der beiden Blastomeren, war ja so gut wie sicher; es fragte sich jetzt hauptsächlich, wie lange dies im Verlauf der Entwicklung möglich sei. Zur Entscheidung dieser Frage sind nun die scharfsinnigen und kunstvollen Versuche Spemanns von grosser Bedeutung. Durch Einschnürung des Tritoneies zunächst in der ersten Furchungsebene (dann aber mit zahlreichen Modifikationen der Richtung) mittels feiner Haare gelang es ihm, nach achttägiger Weiterentwicklung der Larven vordere Verdoppelungen mit gemeinsamem zyklopischem drittem Auge zu erhalten. Diese Einschnürungsversuche wurden auch in späteren Stadien, dem der Blastula, der Gastrula wiederholt, sogar am Ende der Gastrulation mit demselben Erfolg, der Gewinnung einer Doppelbildung. Dagegen versagte der Versuch an der Neurula, d. h. nach vollzogener Anlage der Medullarrinne, aus der späterhin

Digitized by Google

das Nervensystem hervorgeht. Das heisst in der Sprache der Entwicklungsmechanik: die teratogenetische Terminationsperiode ist mit der Gastrulation gegeben. Man hat jetzt nach verschiedenen Verfahren, z. B. durch Schütteln, Änderung der Lage und Schwerkraft, Temperaturwechsel, chemisch-osmotischer Beeinflussung mittels 1 % Na Cl oder 10 % Zuckerlösung, in Ca-freiem Seewasser, in verdünntem Seewasser Doppelbildungen zustande gebracht und auch auf feinen Schnitten die doppelte Blastula, die doppelte Gastrula, die Verdoppelung des Urmundes und die vordere Verbreiterung und Verdoppelung der Medullarfurche mit aller Sicherheit festgestellt. Das waren aber lauter Beispiele von Verdoppelungen des Materials einer einzigen Eizelle. Andererseits hat man doch auch Beispiele für Verwachsungen von zwei und mehr Echinidenblastulæ zu Doppel- und Mehrfachbildungen feststellen können. So hat der alte Streit mit dem Schlachtruf: Verwachsung oder Spaltung, seine Schroffheit verloren und man gibt zu, dass sowohl sekundäre Verwachsungen als auch unvollkommene Sonderungen am Zustandekommen der Doppelbildungen beteiligt sind. Obgleich man Eier von Mensch und Tieren mit zwei Keimbläschen gefunden hat, die allerdings zu ihrer Befruchtung zweier Spermatozoen benötigten, obgleich man doppelköpfige Spermatozoen kennt, obgleich man Polyspermie, d. h. das Eindringen mehrerer Spermatozoen in das Ei mit Entstehung pluripolarer Kernteilung künstlich hervorrufen kann, obgleich man sogar eine Befruchtung der Polzellen hat nachweisen können, sind doch alle diese Möglichkeiten für eine Erklärung der Doppelmissbildungen in neuester Zeit in den Hintergrund getreten vor der Wahrscheinlichkeit, dass sie aus allerdings noch

Digitized by Google

unbekannten Ursachen, rein formal gedacht aus einem einfachen befruchteten Ei hervorgehen können. Und dieser Standpunkt, der zugleich der einfachste von allen ist und den Vorzug hat, eine Erklärung für die ganzen morphologischen Reihen von den eineiigen Zwillingen bis zu den Mischgeschwülsten abzugeben, dieser Standpunkt ist durchaus das Ergebnis der experimentellen Entwicklungsgeschichte und Entwicklungsmechanik. Wir sind uns aber dabei bewusst, zwar klarere und einfachere Vorstellungen über die formale Genese gewonnen zu haben, über die causale Genese aber im Dunkeln zu bleiben.

Ich wende mich nun zum zweiten Teile meiner Aufgabe, nämlich der Beantwortung der Frage, ob auch die phylogenetische Betrachtung für das Verständnis der Missbildungen Erspriessliches leiste. Schon Harvey hat die Hasenscharte als Bildungshemmung erklärt und seither haben Merkel und Geoffroy St. Hilaire unabhängig von einander, später Dareste einen sehr grossen Teil der Missbildungen als auf embryonaler Stufe stehen gebliebene Zustände aufgefasst. Die Ähnlichkeit gewisser Missbildungen, z. B. gerade der Gesichtsspalten mit embryonalen Stadien, drängt sich oft mit verblüffender Deutlichkeit auf. Wenn nun aber das biogenetische Grundgesetz Recht hat und die Ontogenese nur eine abgekürzte Wiederholung der Phylogenese ist, dann wäre zu erwarten, dass gerade die als Bildungshemmung oder Hemmungsbildungen erkannten Missbildungen eine Analogie irgendwo im Tierreich fänden, Tierähnlichkeiten (Theromorphien) darböten in einem tieferen und begründeteren Sinne als der Name früher vielfach angewandt worden ist. Denn es ist selbstverständlich, dass die Namen der älteren Nomenklatur

Digitized by Google

oder gar aufsehenerregende und marktschreierische Namen, wie Krötenkopf, Hasenscharte, Stachelschwein- und Fischmenschen, Leopardenmädchen, Phokomelie (Robbe, Sirene), Talipomanus (Maulwurfspfote), Hunde- und Affenmensch auf einen morphologischen Wert keinen Anspruch erheben.

Fig. 16. Polydaktylie des Schweines.

Auch ist durch unvorsichtige und verfrühte Anwendung die Lehre vom Rückschlag in die Ahnenform, vom Atavismus fast etwas in Misskredit gekommen. So liess sich die Mikrocephalie als Affenähnlichkeit (Carl Vogt) nicht halten und auch Darwins Neigung, in der Polydaktylie (siehe Fig. 16, Polydaktylie des Schweines) einen Rückschlag zu erkennen, begegnete dem Widerspruch Gegenbaurs, da der Mensch keine pleodaktyle Ahnenform besitze und höchstens die Polydaktylie ge-

LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

Digitized by Google

wisser Huftiere durch Vergrösserung der rudimentären Griffelbeine auf mehrzehige Vorfahren bezogen werden dürften. So wäre Polydaktylie bei verschiedenen Tieren gar nicht dasselbe, wir haben sie beim Triton als experimentelles Erzeugnis der Superregeneration kennen gelernt, und dies Beispiel lehrt uns eindringlich, dass wir aus einer Missbildung jedenfalls auf keine Ahnenform zurückschliessen dürfen. Insofern wird die Phylogenie von seiten der Missbildungen keine wesentliche Bereicherung erwarten dürfen. Umgekehrt ist aber die Teratologie der empfangende Teil und der Phylogenie für manche Aufklärung dankbar; schon aus der nahen Beziehung der Missbildungen zu Varietäten, die in neuerer Zeit von der vergleichenden Anatomie so durchsichtig beleuchtet werden, geht unmittelbar hervor, welchen Anteil die Erforschung der Stammesgeschichte, also Zoologie und vergleichende Anatomie an der Aufklärung der Missbildungen haben müssen. Es liegt in der Natur dieses Verhältnisses, dass die Missbildungen derjenigen Organe die besten Beispiele dazu liefern müssen, deren Entwicklung sich am strengsten an das biogenetische Grundgesetz hält, das ist das Herz, Uterus mit Vagina und Tuben, und etwa noch die Kiemenbogen. Wie nun aus dem einfachen Fischherzen mit einer Kammer, einem Vorhof und einem Truncus arteriosus mit dem Auftreten der Lungenatmung bei Dipneusten und Amphibien in jeder Abteilung eine Scheidewand auftritt, so wandelt sich das Säugetierherz aus einem einfachen Schlauch zum Herzen mit zwei Abteilungen und durch Entwicklung der Scheidewände in das Herz mit vier Abteilungen um. Wir treffen aber hie und da beim Neugeborenen ein einfaches Herz mit zwei Abteilungen (Vorhof und Kammer) ohne

Digitized by Google

Scheidewände, fassen das als eine eigentliche Hemmung auf und sprechen mit Fug und Recht von einem „Fischherzen", indem wir uns auf die Phylogenie beziehen. Wenn die Vorhofscheidewand von oben sich herabsenkt gegen den Ohrkanal (Verbindung zwischen Vorhof und Kammer), bleibt oft am untern Rand der Verschluss unvollkommen; Vögel und Beuteltiere besitzen mehrere Öffnungen dort, bei Dipnoern ist die Scheidewand ganz unvollständig, um erst bei Urodelen und Reptilien sich stärker auszubilden und sich mit den Klappen des Ohrkanals zu verbinden. Ganz ähnliche Öffnungen finden wir gelegentlich beim Menschen als Hemmungsbildungen und wir dürfen diese Zustände mit Vorkommnissen bei den genannten Tieren wohl in Parallele setzen, weil auch in der Ontogenese die Entwicklung der Scheidewände demselben Plan folgt, wie er für die Tierreihe angedeutet worden ist. Ganz ähnlich steigt nun von unten die Scheidewand der Herzkammern gegen den Ohrkanal hinauf, lässt aber lange Zeit am oberen Rande eine Öffnung, die bei Krokodilen als Foramen Panizzæ bekannt ist, bei Beuteltieren noch offen ist bei der Geburt, später aber zuwächst, während bei allen Säugern der Verschluss vollkommen ist, nur dass auch hier die Stelle der ehemaligen Öffnung an ihrer membranösen, d. h. sehnigen Beschaffenheit das ganze Leben hindurch kenntlich ist. Gerade an dieser Stelle aber kommen angeborene Defekte als Missbildungen vor und wir sind wiederum berechtigt, solche Öffnungen mit dem Foramen Panizzæ in Parallele zu setzen, da die stammesgeschichtliche Entwicklung der Scheidewände, die zum allmälig sich einstellenden Verschluss der Öffnungen führt, gleichsam den Weg vorzeichnet, den die Ontogenese nimmt.

Digitized by Google

Das ist die neuzeitliche Auffassung der Defekte der Scheidewände des Herzens gegenüber der frühern, die fötale Entzündungen und Durchbrüche zur Erklärung herbeigezogen hat. Wenn man diesen Fortschritt hat tun können, so ist das hauptsächlich der Vereinigung von ontogenetischer mit phylogenetischer Betrachtung vorbehalten gewesen. — Noch ein Beispiel entlehne ich der Pathologie des Herzens. Bekanntlich ergiesst sich das Blut aus Dotter- und Nabelvene und den beiden ductus Cuvieri zunächst in den sogenannten Sinus reuniens oder Sinus venosus, und dieser mündet in die rechte Abteilung des Vorhofes, oder nach vollzogener Trennung der beiden Vorhöfe in deren rechten. Der Sinus reuniens ist gleichsam ein atrium atrii oder ein Vestibulum des Vorhofes und wird nun zusehends in den Vorhof einbezogen, je mehr wir in der Tierreihe nach oben fortschreiten. Diese allmälige Vereinigung wird bei Amphibien eingeleitet, bei Reptilien vervollkommnet, bei Vögeln und Säugetieren vollendet, doch so, dass bei Kloakentieren, den vergleichend anatomisch so hochwichtigen Monotremen, noch deutliche Reste der beiden Sinusklappen sichtbar sind, jener Klappen, die gleichsam wie Vorhänge zu beiden Seiten einer Türe den Eingang des Sinus in den Vorhof flankierten. Nun findet man ab und zu bei Kindern, aber auch beim Erwachsenen eigenartige feine spinnwebige Gitter und zarte Netze durch den rechten Vorhof ausgespannt und ihre ganz regelmässige Anheftung an bestimmten Punkten und Leisten des Vorhofes weist deutlich und unverkennbar auf jene Sinusklappen zurück, die getreu dem Vorbild der Phylogenese auch in der Ontogenese gebildet worden sind, um allmälig wieder einem Schwund anheimzufallen. Wir führen ja so

Digitized by Google

zahlreiche Einrichtungen in unserem Körper, zeitweilig während unseres Embryonallebens oder das ganze Leben hindurch, die nie zu einer Leistung oder Verrichtung kommen, die nichts „Zweckmässiges“ an sich haben und die nur durch ähnliche (homologe) Bildungen bei tierischen Vorfahren, wo sie in vollkommener Entwicklung und in voller Leistungsfähigkeit angetroffen werden, eine Erklärung finden können. Ich darf an die Zirbeldrüse, an den Hirnanhang, an den Wurmfortsatz, an die Steissdrüse, an die fötalen Kiemenbogen, an die Beweger der Ohrmuschel und vieles andere erinnern. Dass jene Gitter und Netze als Überreste fötaler Einrichtungen auch dem erwachsenen Menschen noch verhängnisvoll werden, habe ich vor einiger Zeit bei einem Fall nachweisen können, wo sich, offenbar durch die Netze begünstigt, ein kirschgrosses Gerinnsel, ein sogenannter Kugelthrombus, auf denselben angesiedelt hat (siehe Fig. 17, Chiari'sche Gitter im rechten Vorhof und darauf ein Kugelthrombus). Wäre er vom Blutstrom abgerissen worden, so würde er die Lungenarterie verstopft und den plötzlichen Tod herbeigeführt haben. Eine vortreffliche Illustration für pathologische Vorkommnisse auf dem Boden embryonaler Störungen, oder sagen wir Missbildungen.

Ein ausgezeichnetes Beispiel zur Erläuterung des Parallelismus zwischen Phylo- und Ontogenese bietet der Uterus, die Gebärmutter, dar. Er entsteht in beiden Entwicklungsreihen durch allmälige Aneinanderlagerung und Verschmelzung zweier kanalartiger Gänge, der sogenannten Müller'schen Schläuche. Zwei völlig getrennte Uteri münden jeder mit einer besonderen Öffnung in die Scheide bei den Hasen und Eichhörnchen. Ja, die Scheide trägt sogar ein kleines Septum als Trennungs-

Digitized by Google

spur bei gewissen Formen (Lagostomus, Hasenmaus). Beim Biber nähern sich schon die beiden Uterusmündungen auf gemeinsamem Vorsprunge und vereinigen sich endlich bei Mäusen, beim Backentier, beim Steisstier (Aguti). Damit ist der Uterus bipartitus erreicht. Das Schaf besitzt einen einheitlichen Uterus mit zwei Hörnern (Uterus bicornis) und je nach Länge des gemeinsamen Abschnittes und der Hörner kennt man bei verschiedenen Säugern verschiedene Abarten dieser Grundform. Insektivoren und Carnivoren besitzen lange Hörner und brauchen sie zur Bergung einer grössern Zahl von Embryonen, wie denn auch die Reduktion der Hörner mit dem Übergang von Mehrgeburten zu Eingeburten Hand in Hand geht. Noch die Schweine besitzen für ihre reiche Brut lange Uterushörner, während bei andern Ungulaten mit weniger oder einem einzigen Jungen die Hörner von den Fruchthüllen benutzt werden (Pferde und Wiederkäuer). Einen Uterus duplex biforis, d. h. mit zwei Ostien in die Scheide mündend, besitzt das Kapschwein, das zu den Edentaten gehört. Bei den übrigen Edentaten erscheinen die Hörner nur noch als Ausbuchtungen des langgezogenen Uterus angedeutet. Weiterhin verkürzen sich die Hörner, der einheitliche Körper gewinnt an Bedeutung bei Fledermäusen. Übergänge von langen zu kurzen Hörnern finden sich bei Halbaffen. Beim Pavian noch angedeutet, verschwinden die Hörner bei den Herrentieren vollständig. Damit schwindet der multipare Zustand und der Uterus birgt nur noch ein oder höchstens zwei Junge. Nun finden wir gelegentlich beim Menschen als Missbildungen und zwar als eigentlichste Hemmungsbildungen Formen, die wir unmittelbar in Parallele setzen dürfen zu den geschil-

Digitized by Google

derten Tierformen, die wiederum nur als Glieder einer Kette, als Stufen einer Entwicklungsreihe aufzufassen sind (siehe Fig. 18, verschiedene tierische Formen des Uterus und menschliche Missbildungen). Zu ihrer Bezeichnung bedienen wir uns auch offenbar mit vollem Recht derselben Namen, wie die in der Tierreihe gebräuchlichen, nämlich: Uterus didelphys (= duplex separatus), Uterus bicornis duplex, bicornis unicollis, arcuatus, incudiformis, bipartitus, septus duplex (cum vagina septa), subseptus, biforis. Die Abbildung zeigt in etwas schematisierter Weise die weitgehende Ähnlichkeit der menschlichen Missbildungen mit den tierischen Formen.

Man kennt die Ontogenie des Uterus so genau, dass es sogar gelungen ist, für verschiedene der abnormen Bildungen den teratogenetischen Terminationspunkt festzustellen. Im ersten Monat bildet sich der Müller'sche Gang im Urnierenepithel als solider Strang; bei Mangel der Scheide, des Uterus, der Tube muss also die erste Bildung unterblieben sein. Im zweiten Monat werden die Fäden hohl und treten zum Geschlechtsstrang zusammen an der Grenze zwischen Vagina und Uterus. Ein Uterus separatus und eine Vagina duplex separata müssen also in diese Zeit verlegt werden usw.

Es ist wohl allgemein bekannt, dass das Antlitz eines menschlichen Embryo, etwa von der Länge eines Zentimeter, von Furchen und Spalten zerklüftet ist, und wie wesentlichen Anteil an der Bildung des Gesichts und Halses die Kiemenbogen und Kiemenfurchen nehmen. Diese tragen ihre Namen mit vollem Recht, denn es ist unbestritten, dass wir in ihnen die letzten Spuren des niedersten Zustandes der Atmungsorgane der Wirbeltiere erkennen. Aber von den Dipnoern

Digitized by Google

und Amphibien an als Atmungsorgane längst verdrängt durch die viel ausgiebigeren, aus der Schwimmblase entwickelten Lungen, sind sie gleichwohl nicht untergegangen, sondern bestehen beim Menschen noch und finden da freilich eine ganz andere Verwendung. Aus dem ersten Kiemenbogen entstehen Unterkiefer und Gehörknöchelchen, aus dem zweiten und dritten das Zungenbein, aus dem vierten und fünften der Schildknorpel. Da der erste Bogen an der Bildung des Gesichts beteiligt ist, so sind gewisse Missbildungen des Gesichts auf mangelhafte Ausbildung desselben oder mangelhaften Anschluss an die Oberkieferfortsätze zu beziehen (siehe Fig. 19, Gesichtsspalte). Aber auch im Bereich der hinteren Kiemenspalten sind gelegentlich Dinge gefunden worden, die auf der Grenze der Missbildungen und Neubildungen stehen, wie Cysten, und die sog. branchiogenen Carcinome oder seitliche Divertikel im Schlund, die wohl mit Recht mit den Kiemenfurchen in Beziehung gesetzt worden sind. Auch hier sind also phylogenetische Betrachtungen angebracht.

Zum Verständnis der Hasenscharte ist die Kenntnis des Zwischenkiefers unerlässlich, da die damit oft verbundene Kieferspalte zwischen Oberkieferfortsatz und Zwischenkiefer verläuft. Dass aber der Zwischenkiefer von Goethe durch vergleichende anatomische Beobachtung gefunden wurde, ist jedermann bekannt.

Wenn überzählige Brustdrüsen (Polymastie) oder Brustwarzen (Polythelie) in zwei nach dem Becken zu konvergierenden Linien auftreten, so hat man das wohl mit Recht auf die ähnlich verlaufende Milchleiste der Tiere bezogen, und die meisten Fälle von Hypertrichosis (Haarmenschen) hält man für eine Persistenz des primären Wollhaarkleides wegen unterbliebenen

Digitized by Google

Wechsels desselben im 8.—9. Monat. Das sind wiederum Früchte phylogenetischer Anschauungsweise.

Es gibt eine ganze Literatur über Schwanzbildungen beim Menschen, die neben vielem Kritiklosen doch einige anerkannte Fälle enthält von wirklicher Verlängerung der Wirbelsäule, die als mangelhafte Reduktion der tierischen Wirbelsäule aufzufassen ist. Solche Rückschläge kommen auch bei Anthropoiden vor, was um so bemerkenswerter ist, als der Orang-Utan in der Rückbildung seines Steissbeines (3 Wirbel) sogar schon weiter gediehen ist als der Mensch (5 Wirbel). Das Weib ist darin ebenfalls dem Mann etwas voraus (4—5 Wirbel).

Das ganze grosse Gebiet anatomischer Varietäten, von den Missbildungen vielfach nur dem Grade nach verschieden, und früher ein Wust öder und unfruchtbarer Kasuistik, hat neuen Sinn und Verstand durch die Phylogenie erhalten, so dass gerade die bedeutendsten Anatomen sich heutzutage mit besonderer Liebe derselben annehmen. Doch erforderte ein Überblick über dieses grosse Feld einen besonderen Bericht und auch einen eigenen Berichterstatter.

Die letzten Jahrzehnte hatten für die Missbildungen kein Interesse, auch keine Zeit. Man hatte Wichtigeres zu tun. Die Seuchen- und Infektionslehre mit der Bakteriologie einerseits, die physiologische und pathologische Chemie mit ihrem mächtigen Einfluss auf die innere Medizin andererseits fesselten die besten Köpfe. Aber der frische Zug, der gegenwärtig durch die Biologie geht, namentlich die wagemutige Kunst des Versuchs und die weitschauende und grosszügige Phylogenie bringen in unsern Tagen neues Licht und Leben in den lange vernachlässigten Bezirk der Morphologie — in die Teratologie.

Digitized by Google

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA

Digitized by Google

Fig. 1. „Leopardenmädchen"; ausgedehnte behaarte Pigmentmäler an Gesicht, Rumpf und Extremitäten.

Digitized by Google

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA

Digitized by Google

Fig. 2. Cyklops des Schweines; rüsselförmiges Anhängsel über dem Auge.

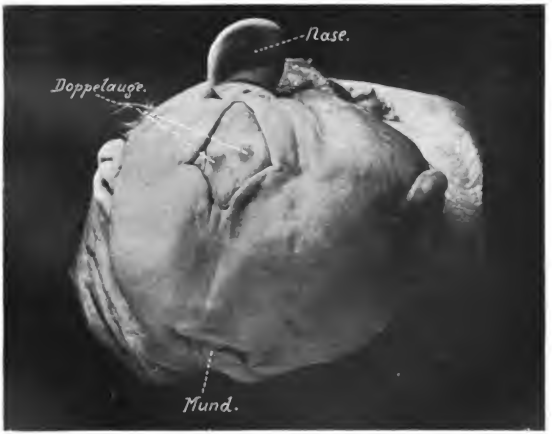

Fig. 3. Cyklops des Menschen (mit Doppelauge), Nasenstummel über dem Auge; Hirnbruch.

Digitized by Google

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA

Digitized by Google

Fig. 4. Anencephalus mit doppelter Hasenscharte, Fehlen des Schädeldaches, Hirnrudiment auf der Schädelbasis.

Digitized by Google

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA

Digitized by Google

Fig. 5. Symmetrische Hautanhänge am Halse. (Reste von Kiemenbogen?)

Digitized by Google

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA

Digitized by Google

Fig. 6. Epignathus.

Digitized by Google

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA

Digitized by Google

Fig. 7. Eineiige Zwillinge mit gemeinschaftlicher Placenta. Der eine zurückgeblieben und durch Umschlingung der Nabelschnur verstümmelt.

Digitized by Google

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA

Digitized by Google

Fig. 8. Thoracopagus mit gemeinsamer Nabelschnur und Nabelbruch.

Digitized by Google

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA

Digitized by Google

Fig. 9. Epigastrius vom Schwein mit 8 Extremitäten.

Fig. 10. Epigastrius parasiticus. Unterextremitäten und äussere Genitalien, Andeutung von Blinddarm, Wurmfortsatz, eine Niere, obere Extremitäten.

Digitized by Google

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA

Digitized by Google

Fig. 11. Steissgeschwulst (Sacralteratom).

Digitized by Google

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA

Digitized by Google

Fig. 12. Acardius amorphus neben normalem Zwilling.

Fig. 13. Acardius acornuus vom Rind (rudimentärer Kopf mit Kiefer und Zähnen).

Digitized by Google

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA

Digitized by Google

Fig. 14. Acardius acephalus der Ziege mit Darmwindungen.

Digitized by Google

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA

Digitized by Google

Fig. 15. Spina bifida mit Anencephalie, offenem Wirbelkanal, Hirn- und Schädeldefekt.

Digitized by Google

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA

Digitized by Google

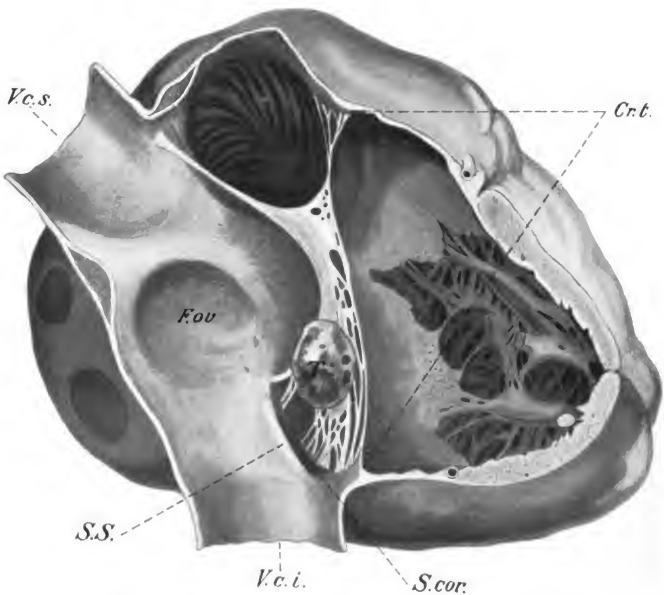

Fig. 17. Gitterförmige Reste der embryonalen Sinusklappen mit aufsitzendem Kugeltrombus.

Digitized by Google

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA

Digitized by Google

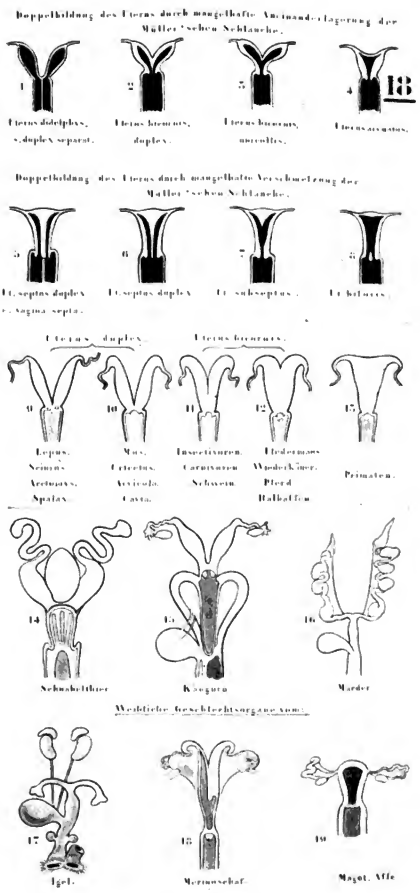

Fig. 18. Doppelbildung des Uterus durch mangelhafte Aneinanderreihung der Müller'schen Schläuche.

Digitized by Google

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA

Digitized by Google

Fig. 19. Grosse klaffende Gesichtsspalte mit vorderem Gehirnbruch.

Digitized by Google

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA

Digitized by Google

Digitized by Google

14 DAY USE
RETURN TO DESK FROM WHICH BORROWED
BIOLOGY LIBRARY
This book is due on the last date stamped below, or on the date to which renewed.
Renewed books are subject to immediate recall.
APR 7 1961
Mr24'61LO
JUL 20 1966
AUG 5 1966
LD 21–50m-6,'60
(B1321s10)476
General Library
University of California
Berkeley

Digitized by Google

187362 QL991
E8

LIBRARY
G

THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA LIBRARY

Digitized by Google